

**PATENT APPLICATION**

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Katsuhiko OGISO

Group Art Unit: 2878

Application No.: 10/649,971

Filed: August 28, 2003

Docket No.: 116953

For: METHOD FOR MEASURING SIZE OF MULTILAYER STRUCTURED CONTAINER

**CLAIM FOR PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 2002-256631 filed September 2, 2002

In support of this claim, a certified copy of said original foreign application:

is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,

James A. Oliff  
Registration No. 27,075

Thomas J. Pardini  
Registration No. 30,411

JAO:TJP/smk

Date: January 16, 2004

OLIFF & BERRIDGE, PLC  
P.O. Box 19928  
Alexandria, Virginia 22320  
Telephone: (703) 836-6400

DEPOSIT ACCOUNT USE  
AUTHORIZATION  
Please grant any extension  
necessary for entry;  
Charge any fee due to our  
Deposit Account No. 15-0461

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年 9月 2日  
Date of Application:

出願番号 特願2002-256631  
Application Number:

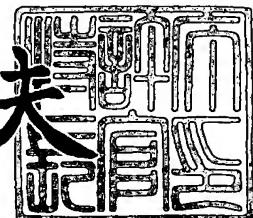
[ST. 10/C] : [JP2002-256631]

出願人 小木曾 克彦  
Applicant(s):

2003年 8月19日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



( )

【書類名】 特許願

【整理番号】 Z0104

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01B 15/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都八王子市千人町3丁14番19号

【氏名】 小木曾 克彦

【特許出願人】

【住所又は居所】 東京都八王子市千人町3丁14番19号

【氏名又は名称】 小木曾 克彦

【代理人】

【識別番号】 100091362

【弁理士】

【氏名又は名称】 阿仁屋 節雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100090136

【弁理士】

【氏名又は名称】 油井 透

【選任した代理人】

【識別番号】 100105256

【弁理士】

【氏名又は名称】 清野 仁

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013675

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 多層構造容器の寸法測定法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 放射線発生源から出射される放射線を被測定物に照射し、被測定物を透過する放射線を検出器で検出することにより、被測定物の内部寸法を測定する方法であって、

前記検出器の前側に被測定物を透過した放射線を絞るスリットを配置し、前記放射線発生源の焦点とスリットの中心と検出器の中心とを同一直線上に配置すると共に、該直線に直交する方向に前記放射線発生源とスリットと検出器とを前記被検査物に対して相対的に直線走査し、前記検出器で取得した透過減衰強度分布曲線と走査位置との関係から、被測定物としての多層構造容器の内部寸法を測定することを特徴とする多層構造容器の寸法測定法。

【請求項 2】 放射線発生源から出射される放射線を被測定物に照射し、被測定物を透過する放射線を検出器で検出することにより、被測定物の内部寸法を測定する方法であって、

前記検出器の前側に被測定物を透過した放射線を絞るスリットを配置し、前記放射線発生源の焦点とスリットの中心と検出器の中心とを同一直線上に配置すると共に、前記放射線発生源の焦点を中心にして前記スリットと検出器とを被測定物に対して相対的に回転走査し、前記検出器で取得した透過減衰強度分布曲線と走査位置との関係から、被測定物としての多層構造容器の内部寸法を測定することを特徴とする多層構造容器の寸法測定法。

【請求項 3】 放射線発生源から出射される放射線を被測定物に照射し、被測定物を透過する放射線を検出器で検出することにより、被測定物の内部寸法を測定する方法であって、

前記放射線発生源として所定長さのライン状の焦点を有する放射線発生源を使用し、前記検出器の前側に被測定物を透過した放射線を絞るスリットを配置し、前記放射線発生源のライン状の焦点の長さ方向に沿って前記スリットと検出器とを前記被測定物に対して相対的に直線走査し、前記検出器で取得した透過減衰強度分布曲線と走査位置との関係から、被測定物としての多層構造容器の内部寸法

を測定することを特徴とする多層構造容器の寸法測定法。

【請求項 4】 放射線発生源から出射される放射線を被測定物に照射し、被測定物を透過する放射線を検出器で検出することにより、被測定物の内部寸法を測定する方法であって、

前記放射線発生源として所定長さのライン状の焦点を有する放射線発生源を使用すると共に、前記検出器として前記放射線発生源のライン状の焦点の長さ方向に沿った所定長さのライン状の検出部を有するリニアセンサを使用し、前記検出器の前側に被測定物を透過した放射線を絞るスリットを配置し、前記放射線発生源のライン状の焦点の長さ方向に沿って前記スリットを被測定物に対して直線走査し、前記検出器で取得した透過減衰強度分布曲線と走査位置との関係から、被測定物としての多層構造容器の内部寸法を測定することを特徴とする多層構造容器の寸法測定法。

【請求項 5】 請求項 1～4 のいずれかに記載の多層構造容器の寸法測定法であって、前記スリットが、同一ビームライン上の前後に 2 つのスリットを配置したダブルスリットであることを特徴とする多層構造容器の寸法測定法。

【請求項 6】 請求項 1～5 のいずれかに記載の多層構造容器の寸法測定法であって、前記被測定物が円筒状または球状の容器周壁を有する多層構造容器であり、円筒状または球状の容器周壁の接線方向に略平行に前記放射線を照射して、当該容器周壁を透過する放射線を前記検出器で検出し、その透過減衰強度分布曲線に基づいて容器周壁の層厚または層間隙間を計測することを特徴とする多層構造容器の寸法測定法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、多層構造容器の層厚や層間隙間を計測するのに適した多層構造容器の寸法測定法に関する。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

液体やガスの貯蔵容器では、断熱効果の向上を図ったり漏れや爆発等に対する

安全性の向上を図ったりする目的で、異種材料による多重壁（多層）構造が採られることが多い。また、外層（外壁）と内層（内壁）の間に真空層や空気層などの隙間を設けることも多い。このような多層構造容器においては、製造過程の品質管理のために、あるいは、使用による経年変化を監視するために、各層の肉厚や隙間寸法を簡単に計測できるようにすることが望まれている。

#### 【0003】

また、自動車の燃料電池用水素タンクの一つとして、アルミニウム容器の外側をカーボンファイバで被覆した二層構造容器が開発されている。この容器は、繰り返しの圧力変化や温度変化に曝されるため、経年変化により層間に隙間が生じることが指摘されており、その隙間を簡単に計測できるようにすることが望まれている。

#### 【0004】

このような多層構造容器を検査する場合、非破壊的な検査を実施する必要性があり、従来では主にX線検査法を用いて検査を実施することが多い。

#### 【0005】

従来のX線検査法は、図8に示すように、X線管球1から円錐状に放射されるX線を被検査物である多層構造容器2に照射し、多層構造容器2を透過するX線をフィルム3で検出することにより、多層構造容器2の内部構造を検査するというものである。この検査法によれば、例えば、外層2Aと内層2Bの間に隙間2Cが存在する場合、内層2Bの外周に接するように隙間2Cを透過する部分でのX線の吸収度合が一番小さくなることから、フィルム3の検出結果に基づいて透過X線の強度の高い部分に隙間が存在すると確認することができる。

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来のX線検査法では、X線管球1から円錐状に発散するX線を直接フィルム3で捕らえるようにしているので、外内層2A、2B間の隙間2Cの存在自体はほんやり確認できるものの、隙間2Cの寸法や外内層2A、2Bの肉厚まで正確に計測することは困難であった。

#### 【0007】

本発明は、上記事情を考慮し、多層構造容器の各層の肉厚や層間の隙間寸法を容易に測定することのできる簡略な寸法測定法を提供することを目的とする。

### 【0008】

#### 【課題を解決するための手段】

請求項1の発明は、放射線発生源から出射される放射線を被測定物に照射し、被測定物を透過する放射線を検出器で検出することにより、被測定物の内部寸法を測定する方法であって、前記検出器の前側に被測定物を透過した放射線を絞るスリットを配置し、前記放射線発生源の焦点とスリットの中心と検出器の中心とを同一直線上に配置すると共に、該直線に直交する方向に前記放射線発生源とスリットと検出器とを前記被検査物に対して相対的に直線走査し、前記検出器で取得した透過減衰強度分布曲線と走査位置との関係から、被測定物としての多層構造容器の内部寸法を測定することを特徴とする。

### 【0009】

請求項1の発明では、検出器の前側にスリットを配置したので、検出器に入射する透過放射線をスリット幅に応じた細いビームに絞ることができる。従って、細いビームが透過した位置の放射線の透過減衰データを、高い分解能をもって精度良く測定することができる。しかも、同一直線上に配置した放射線発生源とスリットと検出器とを、ビームに直交する方向に被測定物に対して相対的に直線走査するので、走査方向に連続した放射線の透過減衰強度分布曲線を得ることができる。その結果、例えば、被測定物として円筒状の多層構造容器を測定の対象とした場合に、多層構造容器を透過した放射線ビームの強度変化から、各層の肉厚や隙間寸法を精度良く計測することができる。なお、走査の仕方としては、放射線発生源とスリットと検出器とを被測定物に対して走査してもよいし、被測定物を、放射線発生源とスリットと検出器に対して走査してもよい。

### 【0010】

請求項2の発明は、放射線発生源から出射される放射線を被測定物に照射し、被測定物を透過する放射線を検出器で検出することにより、被測定物の内部寸法を測定する方法であって、前記検出器の前側に被測定物を透過した放射線を絞るスリットを配置し、前記放射線発生源の焦点とスリットの中心と検出器の中心と

を同一直線上に配置すると共に、前記放射線発生源の焦点を中心にして前記スリットと検出器とを被測定物に対して相対的に回転走査し、前記検出器で取得した透過減衰強度分布曲線と走査位置との関係から、被測定物としての多層構造容器の内部寸法を測定することを特徴とする。

### 【0011】

請求項2の発明では、検出器の前側にスリットを配置したことにより、請求項1の発明と同じ作用が得られる。また、放射線発生源の焦点を中心にして、スリットと検出器とを被測定物に対して相対的に回転走査するので、回転走査方向に連続した放射線の透過減衰強度分布曲線を得ることができる。その結果、被測定物として円筒状の多層構造容器を測定の対象とした場合に、多層構造容器を透過した放射線ビームの強度変化から、各層の肉厚や隙間寸法を計測することができる。この場合は、多少の計測寸法の補正が必要となるものの、精度の良い測定が可能である。なお、この場合も、スリットと検出器とを被測定物に対して回転走査してもよいし、被測定物をスリットと検出器に対して回転走査してもよい。

### 【0012】

請求項3の発明は、放射線発生源から出射される放射線を被測定物に照射し、被測定物を透過する放射線を検出器で検出することにより、被測定物の内部寸法を測定する方法であって、前記放射線発生源として所定長さのライン状の焦点を有する放射線発生源を使用し、前記検出器の前側に被測定物を透過した放射線を絞るスリットを配置し、前記放射線発生源のライン状の焦点の長さ方向に沿って前記スリットと検出器とを前記被測定物に対して相対的に直線走査し、前記検出器で取得した透過減衰強度分布曲線と走査位置との関係から、被測定物としての多層構造容器の内部寸法を測定することを特徴とする。

### 【0013】

請求項3の発明では、検出器の前側にスリットを配置したことにより、請求項1の発明と同じ作用が得られる。また、放射線発生源として所定長さのライン状の焦点を有する放射線発生源を使用し、放射線発生源のライン状の焦点の長さ方向に沿ってスリットと検出器とを被測定物に対して相対的に直線走査するので、走査方向に連続した放射線の透過減衰強度分布曲線を得ることができる。その結

果、被測定物として円筒状の多層構造容器を測定の対象とした場合に、多層構造容器を透過した放射線ビームの強度変化から、各層の肉厚や隙間寸法を精度良く計測することができる。なお、この場合も、スリットと検出器とを被測定物に対して直線走査してもよいし、被測定物をスリットと検出器に対して直線走査してもよい。前者のようにスリットと検出器を被測定物に対して直線走査する場合、ライン状の焦点を有する放射線発生源を使用したことにより放射線発生源自体を走査せずに済むので、走査機構の簡略化が図れる。

#### 【0014】

請求項4の発明は、放射線発生源から出射される放射線を被測定物に照射し、被測定物を透過する放射線を検出器で検出することにより、被測定物の内部寸法を測定する方法であって、前記放射線発生源として所定長さのライン状の焦点を有する放射線発生源を使用すると共に、前記検出器として放射線発生源のライン状の焦点の長さ方向に沿った所定長さのライン状の検出部を有するリニアセンサを使用し、前記検出器の前側に被測定物を透過した放射線を絞るスリットを配置し、前記放射線発生源のライン状の焦点の長さ方向に沿って前記スリットを被測定物に対して直線走査し、前記検出器で取得した透過減衰強度分布曲線と走査位置との関係から、被測定物としての多層構造容器の内部寸法を測定することを特徴とする。

#### 【0015】

請求項4の発明では、検出器の前側にスリットを配置したことにより、請求項1の発明と同じ作用が得られる。また、放射線発生源として所定長さのライン状の焦点を有する放射線発生源を使用すると共に、検出器として放射線発生源のライン状の焦点の長さ方向に沿った所定長さのライン状の検出部を有するリニアセンサを使用し、放射線発生源のライン状の焦点の長さ方向に沿ってスリットを被測定物に対して相対的に直線走査するので、走査方向に連続した放射線の透過減衰強度分布曲線を得ることができる。その結果、被測定物として円筒状の多層構造容器を測定の対象とした場合に、多層構造容器を透過した放射線ビームの強度変化から、各層の肉厚や隙間寸法を精度良く計測することができる。なお、この場合も、スリットを被測定物に対し直線走査してもよいし、被測定物をスリット

に対し直線走査してもよい。前者のようにスリットを被測定物に対して直線走査する場合、ライン状の焦点を有する放射線発生源とライン状の検出部を有するリニアセンサを使用したことにより、放射線発生源及び検出器自体を走査せずに済むので、走査機構の簡略化が図れる。

#### 【0016】

請求項5の発明は、請求項1～4のいずれかにおいて、前記スリットが、同一ビームライン上の前後に2つのスリットを配置したダブルスリットであることを特徴とする。

#### 【0017】

請求項5の発明では、スリットとしてダブルスリットを用いたので、放射線発生源の焦点の大小によらず、一定の分解能を得ることができる。即ち、理想的には放射線発生源の焦点は無限に小さいほど寸法計測精度が高められる。しかしながら、現実には焦点はある程度の面積を持つものであり、発散角度 $\theta$ で被測定物へ照射されるので、広い面積に放射線が照射されることは避けられない。その結果、もしも検出器の前にシングルスリットのみ配置した場合には、このように不要に照射されている面内からの有害な散乱線が $4\pi$ 方向に放射され、斜め方向からの散乱線が検出器に入る恐れがあるがあり、寸法計測の分解能を低める恐れがある。これに対し、本発明のようにダブルスリットを配置した場合は、確実な散乱防止効果が得られ、その結果、分解能が損なわれない。

#### 【0018】

請求項6の発明は、請求項1～5のいずれかに記載の多層構造容器の寸法測定法であって、前記被測定物が円筒状または球状の容器周壁を有する多層構造容器であり、円筒状または球状の容器周壁の接線方向に略平行に前記放射線を照射して、当該容器周壁を透過する放射線を前記検出器で検出し、その透過減衰強度分布曲線に基づいて容器周壁の層厚または層間隙間を計測することを特徴とする。

#### 【0019】

請求項6の発明では、円筒状または球状の容器周壁を有する多層構造容器の内部寸法を測定するに当たって、当該容器周壁の接線方向に略平行に放射線を照射し、容器周壁を透過する放射線を検出器で検出するので、容器周壁の層厚または

層間隙間を精度良く計測することができる。

### 【0020】

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

ここでは、放射線としてX線を使用した例を説明するが、それ以外の放射線、例えば、ラジオアイソトープよりの放射線や中性子線を使用することも可能である。図1は第1実施形態の寸法測定法を実施するための放射線計測装置10の概略説明図であり、図中2は、被測定物としての円筒状の多層構造容器の断面を示す。被測定物についても、もちろん円筒状の多層構造容器に限らないが、ここでは円筒状の多層構造容器2を例にとって説明する。なお、他の測定対象として考えられるものとしては、円筒状または球状の容器周壁を少なくとも一部に有する多層構造容器がある。

### 【0021】

この放射線計測装置10は、測定対象の多層構造容器2にX線を照射するX線発生源（放射線発生源）12と、X線発生源12から出射されるX線を所定の発散角度 $\theta$ に絞るアーチャー13と、多層構造容器2を透過するX線を検出する検出器14と、検出器14の前側に配置されて多層構造容器2を透過したX線を細いビームに絞るスリット15とを有する。X線発生源12の焦点12aとスリット15の中心と検出器14の中心は同一直線上に配置されており、これらは走査機構（走査手段）16（図では、矢印Aにて簡略的に図示してある）の可動フレーム11上に搭載されている。

### 【0022】

X線発生源12としては、例えば、実効焦点寸法が0.01～0.5平方ミリメートルのマイクロフォーカスX線管を使用する。アーチャー13は、検査対象の多層構造容器2に余分なX線を照射しないようにするためのもので、入射ビームを絞るφ1の小孔、または、1mm×5mm程度のスリットを有している。検出器14としては、公知のシンチレーションカウンタ等を使用する。

### 【0023】

また、スリット15としては、同一ビームライン上の前後に2つのスリットを

配したダブルスリットを使用しており、このダブルスリットは、検出器14へ入射するX線を細いビーム17に絞る役目を果たす。このダブルスリット15は、X線発生源12からの散乱線を防止する効果があるので、X線発生源12の焦点12aの大小によらずに一定の分解能を得ることができる。スリット幅は狭いほど検出器14の分解能を高めることができるが、スリット幅を狭くし過ぎると、検出器14に入射するX線強度が低下して測定精度の悪化を招くおそれがあるので、スリット15の大きさは、例えば、幅0.1mm×長さ25.4mmのものとする。なお、スリット幅は、発散角度θを小さくする方向の寸法であり、スリット長さは、幅方向と直交する方向の寸法である。アパーチャーレンズ13の幅方向とスリット15の幅方向は同一方向となるように設定し、スリット15の幅方向と直交する方向に軸線を向けて多層構造容器2を固定的に配置する。

#### 【0024】

走査機構16は、X線発生源12の焦点12aとスリット15の中心と検出器14の中心とを配列した直線（即ち、スリット15で絞ったX線ビーム17）に直交する矢印A方向に可動フレーム11を移動することで、X線発生源12、アパーチャーレンズ13、スリット15、検出器14を一体的に、多層構造容器2に対して直線走査するものである。このように直線走査することで、計測に有効なX線ビーム17は、円筒状の多層構造容器2の軸線方向と直交する方向に平行移動する。

#### 【0025】

次に上記構成の放射線計測装置10を用いた多層構造容器の寸法測定法について説明する。

測定に際しては、まず、測定対象の多層構造容器2を、走査機構16の走査方向（矢印A方向）と多層構造容器2の軸線方向とが直交する関係となるように、放射線計測装置10の固定部に固定する。あるいは、放射線計測装置10を、測定対象の多層構造容器2に対してセットする。

#### 【0026】

その状態で、円筒状の容器周壁の接線方向に略平行にX線を照射する。そうすると、検出器14の前側のスリット（ダブルスリット）15の作用で、検出器1

4に入射する透過X線がスリット幅に応じた細いX線ビーム17に絞られる。従って、計測に有効なX線ビーム17が透過した位置のX線の透過減衰データを、高い分解能で検出器14によって精度良く計測することができる。また、このようにX線を照射すると同時に、走査機構16を駆動して可動フレーム11を矢印A方向に移動する。そうすることにより、X線発生源12、スリット15、検出器14を一体に平行移動させることができ、計測に有効なX線ビーム17を多層構造容器2に対して走査することができる。従って、走査方向に連続したX線の透過減衰強度分布曲線を得ることができる。

### 【0027】

図2は計測データについての説明図で、(a)は検出により得られた透過減衰強度分布曲線の例、(b)は透過減衰強度分布曲線の各部分との対応関係を示すためのX線ビームの走査位置を示す。(a)の透過減衰強度分布曲線を示すグラフの縦軸はX線のカウント値(つまり、X線の吸収度合または透過度合を示す値)、横軸は走査距離(走査位置)を示す。走査は、図(b)に示す(1)→(2)→(3)→(4)→(5)→(6)の方向に進む。

### 【0028】

(1)→(2)の段階：多層構造容器2の外側から走査を開始すると、最初はダイレクトに減衰せずにX線ビームが検出器15に入射するので、X線検出量が極大に測定されるが、走査位置が容器周壁の外層2Aにかかると、その後は徐々に減衰量(吸収度合)が大きくなつてX線検出量が減少して行く。これは、容器周壁を透過する際のX線の吸収距離が増加するためである。X線検出量が減少する過程は、図(a)の(2)で示す下降線として計測される。

### 【0029】

(2)→(3)の段階：徐々にX線検出量が減少して行き、走査位置が外層2Aの内周に接する位置[(3)の位置]に達したとき、外層2Aにおける吸収距離が最大となるので、X線検出量が最小となる。この段階は、図(a)の(3)で示す下に凸のピークとして計測される。

### 【0030】

(3)→(4)の段階：走査位置が外層2Aの内周に接する位置[(3)の位

置] を過ぎると、そこからは徐々に外層2Aによる吸収距離が少なくなるので、X線検出量が増加して行く。

#### 【0031】

(4) → (5) の段階：そして、走査位置が内層2Bの外周に接する位置〔(4)の位置〕に達したときを境に、やがて内層2Bを透過する距離が徐々に増加して行くので、X線検出量が再び減少し出す。従って、走査位置が内層2Bの外周に接する位置に達した段階は、図(a)の(4)で示す上に凸のピークとして計測される。

#### 【0032】

(5) → (6) の段階：次いで、走査位置が内層2Bの内周に接する位置〔(6)の位置〕に達するまではX線検出量が減少して行き、内層2Bの内周に接する位置に達した点を境に、再びX線検出量が増加して行く。従って、走査位置が内層2Bの内周に接する位置に達した段階は、図(a)の(6)で示す下に凸のピークとして計測される。

#### 【0033】

このような走査を行うことによって、図2(a)に示すような計測データが得られるので、この計測データを解析することによって、例えば、外層2Aと内層2Bとの間の隙間2Cの寸法を測定することができる。即ち、図2に示す計測データから、(3)の下に凸のピークと、(4)の上に凸のピークを検出し、それらのピーク間の走査距離Dを演算する。例えば、ステッピングモータで走査する場合は、下に凸のピーク位置のパルス数と、上に凸のピーク位置のパルス数の差を求め、その差と1パルス当たりの走査距離をかけ算することにより、ピーク間の走査距離Dを求めることができる。この走査距離Dは、外層2Aの内周と内層2Bの外周との間の距離に相当するので、外層2Aと内層2Bの間の隙間2Cの寸法を計測することができる。つまり、多層構造容器2を透過したX線ビームの走査位置に対応した強度変化のデータから、層間の隙間寸法を精度良く簡単に計測することができる。

#### 【0034】

なお、上述した計測を実施する際の、走査の制御、X線の照射、透過減衰強度

分布曲線の取得、透過減衰強度分布曲線におけるピークの検出、層間の間隙 2 C の演算までの一連の処理は、人手により行ってもよいが、コンピュータで自動的に行うことができる。また、上記の説明においては、図 2 (a) の透過減衰強度分布曲線から層間の間隙 2 C の寸法を測定する場合を示したが、ピーク (4) と (6) の走査距離から内層 2 B の肉厚を測定することもできる。また、透過減衰強度分布曲線において特徴点がはっきり出ていれば、外層 2 A の肉厚も同様に計測するこが可能である。

#### 【0035】

次に他の実施形態について説明する。なお、図 1 の放射線計測装置 10 と同一構成要素については、図中同符号を付して説明を省略する。

#### 【0036】

図 3 は第 2 実施形態の寸法測定法を実施するための放射線計測装置 20 の概略構成図である。

第 1 実施形態の寸法測定法を実施するための放射線計測装置 10 では、X 線発生源とスリットと検出器とを、被測定物に対して直線走査させるようにしていたが、この放射線計測装置 20 では、X 線発生源 12 の焦点 12 a とスリット 15 の中心と検出器 14 の中心とを同一直線上に配置した上で、回転走査機構 26 (矢印 B で簡略化して示す) により、X 線発生源 12 の焦点 12 a を中心にしてスリット 15 と検出器 14 とを、被測定物である多層構造容器 2 に対して、矢印 B で示すように相対的に回転走査するようにしてある。スリット 15 と検出器 14 は、回転走査機構 26 の回転アーム状の可動フレーム 21 に搭載されており、可動フレーム 21 は X 線発生源 12 の焦点 12 a を中心に回転自在に設けられている。

#### 【0037】

この放射線計測装置 20 による寸法測定法では、X 線発生源 12 の焦点 12 a を中心にして、スリット 15 と検出器 14 とを測定対象の多層構造容器 2 に対して相対的に回転走査するので、回転走査方向に連続した X 線減衰データを得ることができる。従って、第 1 実施形態の方法と同様に、多層構造容器 2 を透過した X 線ビームの強度変化から、各層の肉厚や隙間寸法を計測することができる。な

お、この場合は、多少の計測寸法の補正が必要となることがある。

#### 【0038】

図4は第3実施形態の寸法測定法を実施するための放射線計測装置30の概略構成図である。

この放射線計測装置30では、X線発生源として、計測に必要な走査距離相当の長さのライン状の焦点32aを有するX線発生源32を使用している。そして直線走査機構36（矢印Cで簡略化して示す）により、X線発生源32のライン状の焦点32aの長さ方向に沿って、スリット15と検出器14とを、被測定物である多層構造容器2に対して、矢印Cで示すように相対的に直線走査するようにしてある。スリット15と検出器14は、直線走査機構36の可動フレーム31に搭載されており、可動フレーム31は矢印C方向に移動自在に設けられている。

#### 【0039】

この放射線計測装置30による寸法測定法では、X線発生源として所定長さのライン状の焦点32aを有するX線発生源32を使用し、X線発生源32のライン状の焦点32aの長さ方向に沿ってスリット15と検出器14とを多層構造容器2に対して相対的に直線走査するので、走査方向に連続したX線の透過減衰強度分布曲線を得ることができ、その結果、第1実施形態の寸法測定法と同様に、多層構造容器2を透過したX線ビームの強度変化から各層の肉厚や隙間寸法を精度良く計測することができる。また、この場合は、ライン状の焦点32aを有するX線発生源32を使用したことによりX線発生源32自体は走査せずに済むので、走査機構36の簡略化を図ることができる。

#### 【0040】

図5は第4実施形態の寸法測定法を実施するための放射線計測装置40の概略構成図である。

この放射線計測装置40では、X線発生源として、計測に必要な走査距離相当の長さのライン状の焦点32aを有するX線発生源32を使用すると共に、検出器として、X線発生源32のライン状の焦点32aの長さ方向に沿った所定長さのライン状の検出部を有するリニアセンサ44を使用している。そして、直線走

査機構46により、X線発生源32のライン状の焦点32aの長さ方向に沿ってスリット15のみを、被測定物である多層構造容器2に対して、矢印Dで示すように相対的に直線走査するようにしてある。スリット15は、例えば、ベルト駆動型の直線走査機構46のベルト41に固定してあり、両端のプーリ42、43に巻回したベルト41を駆動することにより、スリット15を矢印D方向に移動することができるようになっている。

#### 【0041】

この放射線計測装置40による寸法測定法では、X線発生源としてライン状の焦点32aを有するX線発生源32を使用すると共に、検出器としてライン状の検出部を有するリニアセンサ44を使用し、X線発生源32のライン状の焦点32aの長さ方向に沿って、スリット15を多層構造容器2に対して相対的に直線走査するので、走査方向に連続したX線の透過減衰強度分布曲線を得ることができ、その結果、第1実施形態の寸法測定法と同様に、多層構造容器2を透過したX線ビームの強度変化から、各層の肉厚や隙間寸法を精度良く計測することができる。また、この場合は、ライン状の焦点32aを有するX線発生源32と、ライン状の検出部を有するリニアセンサ44を使用したことにより、X線発生源32及びリニアセンサ44自体は走査せずに済むので、走査機構46の一層の簡略化を図ることができる。

#### 【0042】

なお、上記実施形態では、計測要素（X線発生源、スリット、検出器）側を被測定物に対して走査する場合を示したが、被測定物側を計測要素に対して走査しても同様の効果を得ることができる。

#### 【0043】

また、以上においては、2層構造の多層構造容器2を測定の対象とした場合について述べたが、本発明の寸法測定法は、3層以上の多層構造容器についても適用することができる。即ち、構造が3層、4層と複雑になっても、前述したものと同様な周期的吸収減衰強度分布が得られることになるから、それぞれの層厚、層間隙間の測定が可能である。

#### 【0044】

図6は、例として4層の場合の透過減衰強度分布曲線を示している。この多層構造容器82の円筒状の周壁は、外側から第1層82A、第2層82C、第3層82E、第4層82Gの4層構造をなしており、各層間の隙間を82B、82D、82Fとした場合、各隙間82B、82D、82Fの寸法は、透過減衰強度分布曲線における各ピーク間距離として測定することができる。即ち、第1層82Aと第2層82Cの間の隙間82Bの寸法は、下に凸のピーク①とその直後の上に凸のピーク②の間の走査距離として測定することができ、第2層82Cと第3層82Eの間の隙間82Dの寸法は、下に凸のピーク③とその直後の上に凸のピーク④の間の走査距離として測定することができ、第3層82Eと第4層82Gの間の隙間82Fの寸法は、下に凸のピーク⑤とその直後の上に凸のピーク⑥の間の走査距離として測定することができる。また、第2層82Cの層厚は、②と③のピーク間の走査距離として測定することができるし、第3層82Eの層厚は、④と⑤のピーク間の走査距離として測定することができる。

#### 【0045】

図7は、本発明による寸法測定法の精度を実証するための試験結果を示す図である。ここでは、予め本発明の寸法測定法により内部寸法を測定した結果と、その後で測定対象物を破壊してノギスで内部寸法を実測した結果とを比べて示している。これによれば、ノギスによる測長値と、X線による検出値（本発明）とがよく対応していることが分かる。

#### 【0046】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、検出器の前側にスリットを配置することで検出器に入射する放射線を細いビームに絞り、被測定物と計測要素（放射線発生源、スリット、検出器など）を相対的に走査するようにしたので、多層構造容器の各層の肉厚や層間の隙間寸法を容易に測定することができる。しかも、計測要素の他には走査手段を設けるだけでよいので、装置構成の簡略化を図ることができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の第1実施形態の寸法測定法を実施するための放射線計測装置の構成図である。

【図2】

同装置の検出器で得られる透過減衰強度分布曲線（a）と、この透過減衰強度分布曲線の各値が得られるビームの走査位置（b）とを示す図である。

【図3】

本発明の第2実施形態の寸法測定法を実施するための放射線計測装置の構成図である。

【図4】

本発明の第3実施形態の寸法測定法を実施するための放射線計測装置の構成図である。

【図5】

本発明の第4実施形態の寸法測定法を実施するための放射線計測装置の構成図である。

【図6】

本発明の寸法測定法で4層の多層構造容器を測定した場合の透過減衰強度分布曲線の例を示す図である。

【図7】

本発明の寸法測定法とノギスによる実測値との検定を行った結果を示す図である。

【図8】

従来のX線透視検査法の説明図である。

【符号の説明】

10, 20, 30, 40 放射線計測装置

12, 32 X線発生源（放射線発生源）

12a 焦点

14 検出器

15 スリット（ダブルスリット）

16, 36, 46 直線走査機構（走査手段）

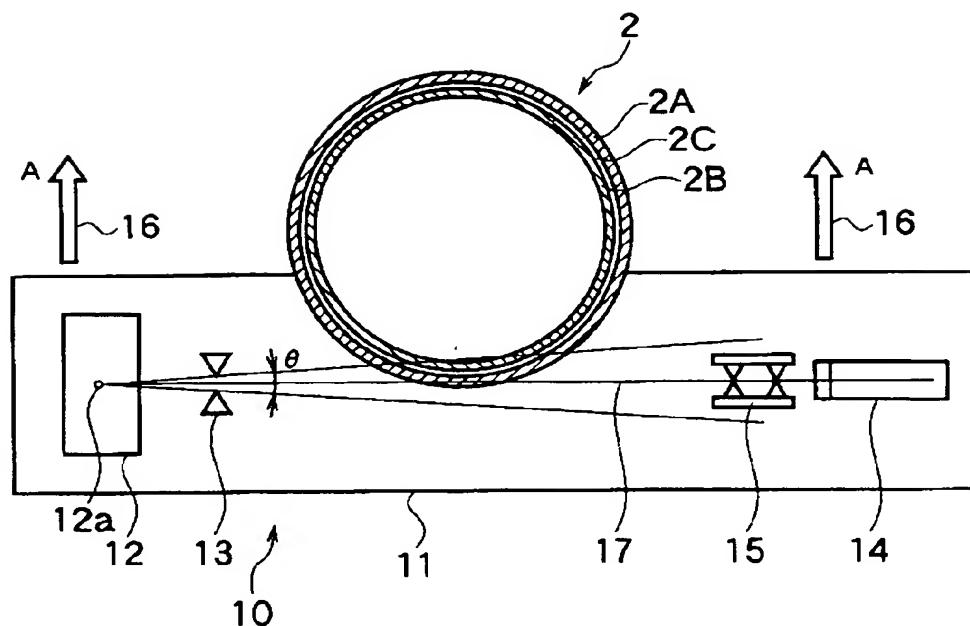
2 6 回転走査機構（走査手段）

3 2 a ライン状の焦点

4 4 ライン状の検出部を有するリニアセンサ

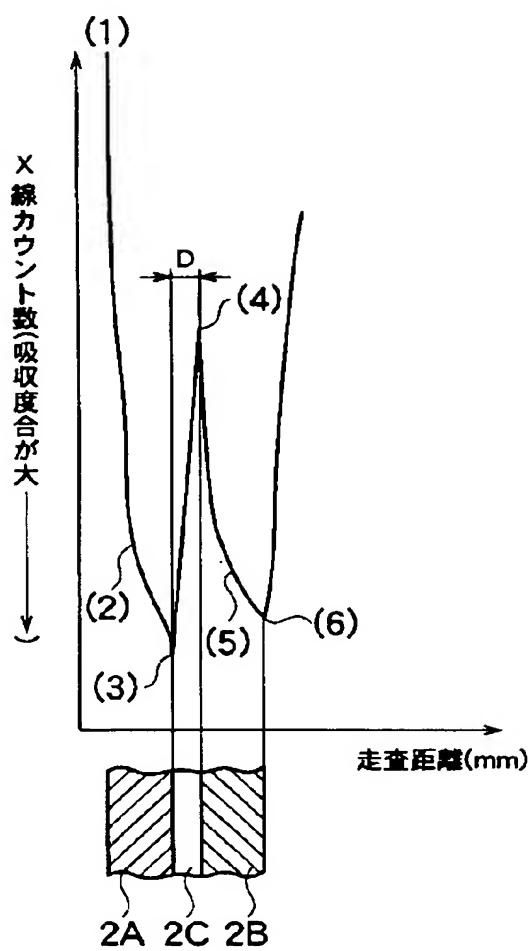
【書類名】 図面

【図 1】

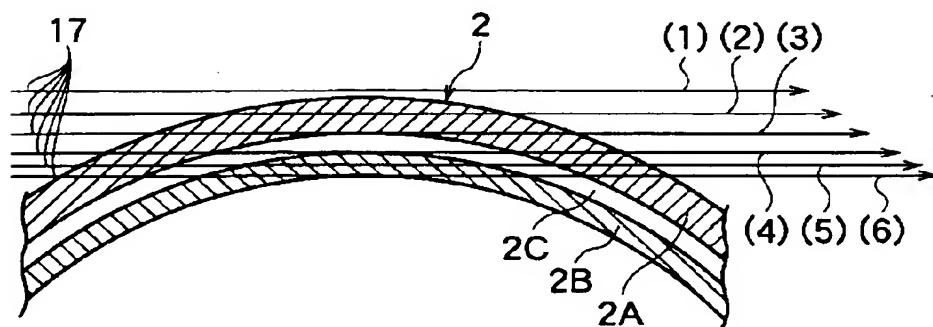


【図 2】

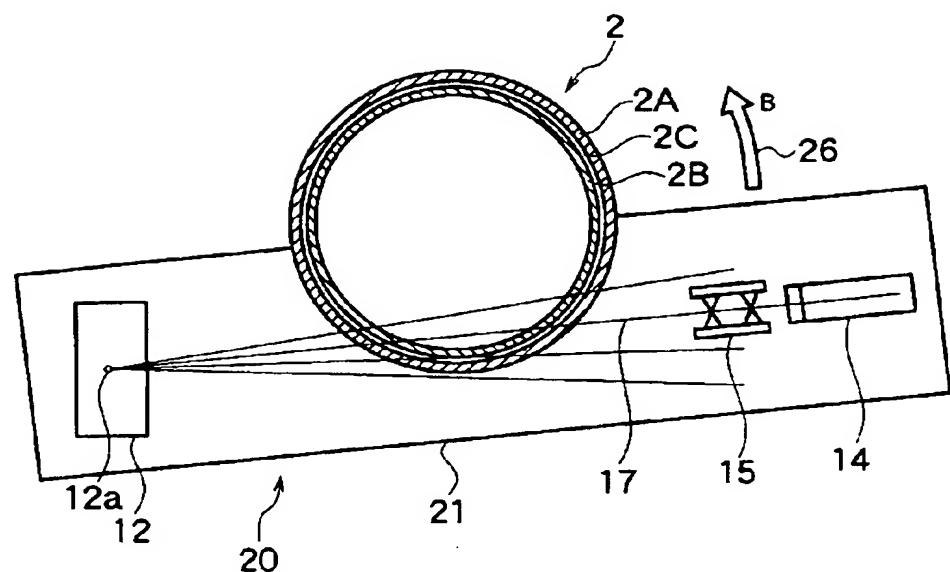
(a)



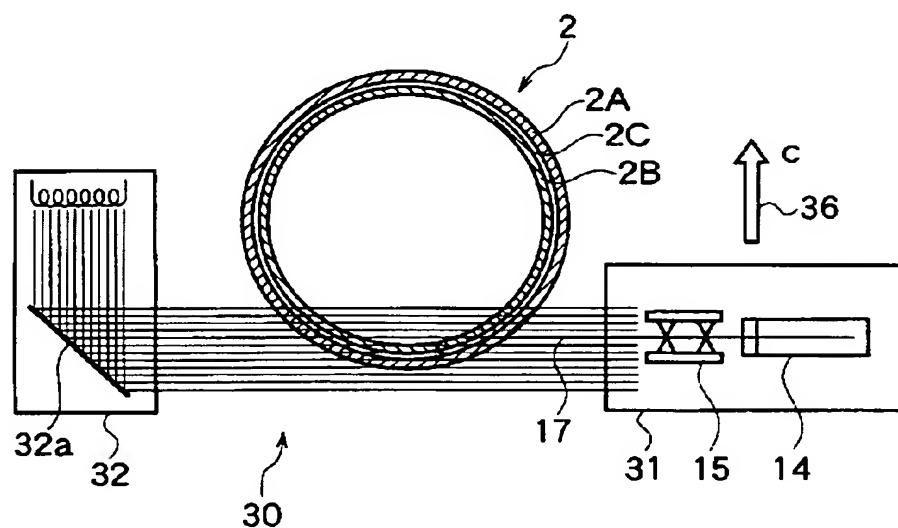
(b)



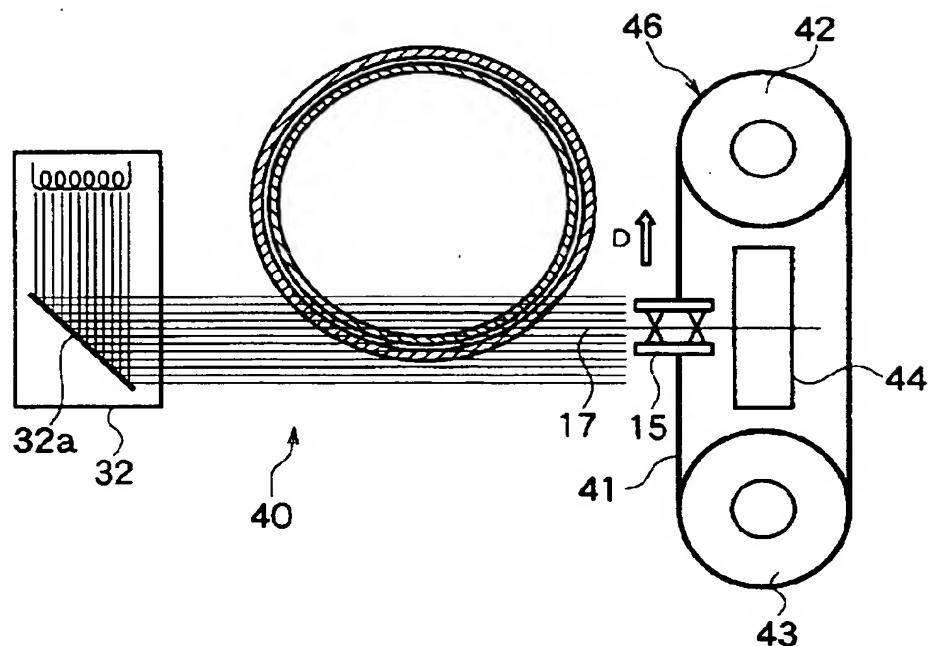
【図 3】



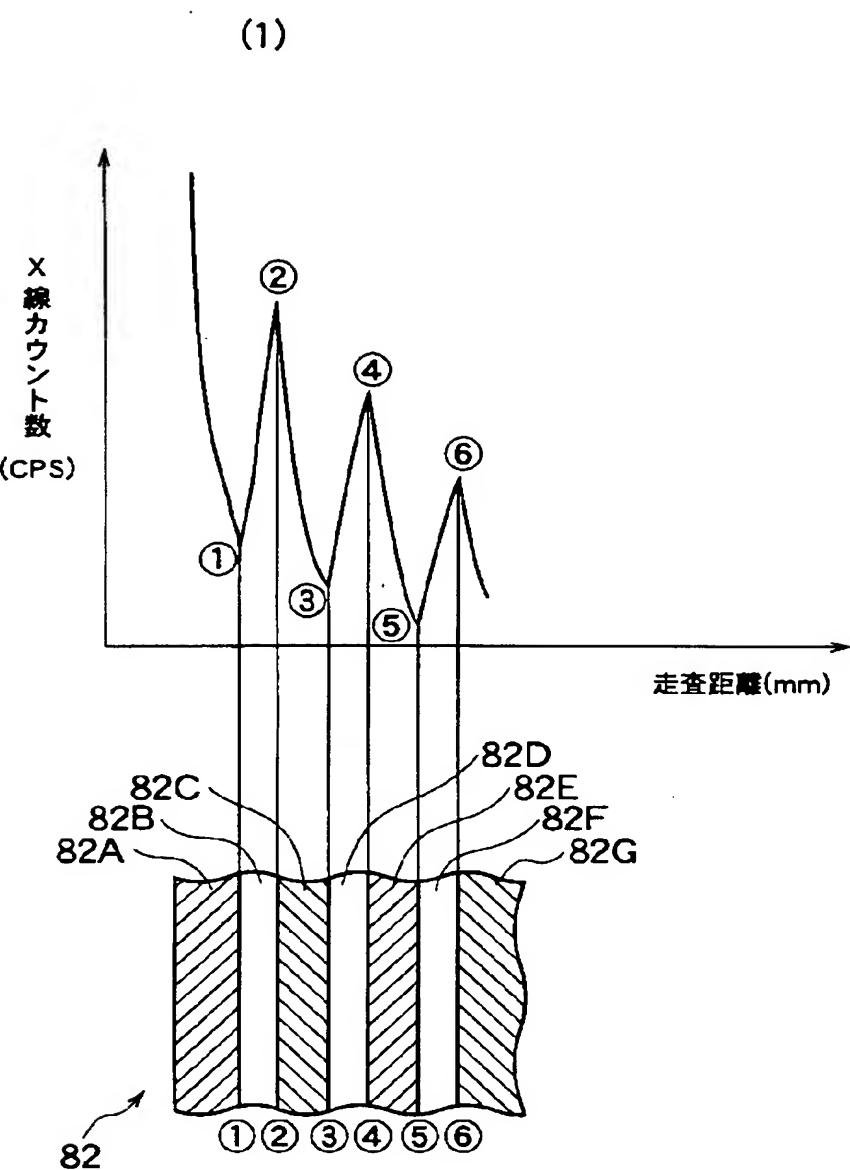
【図 4】



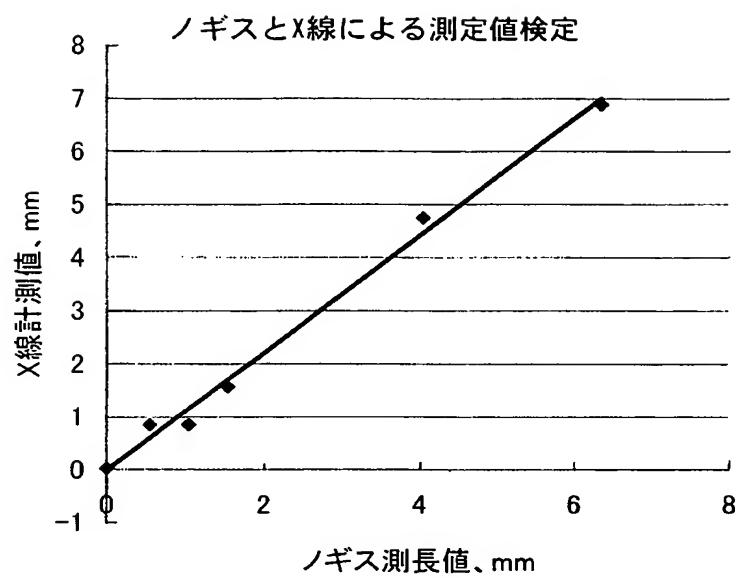
【図 5】



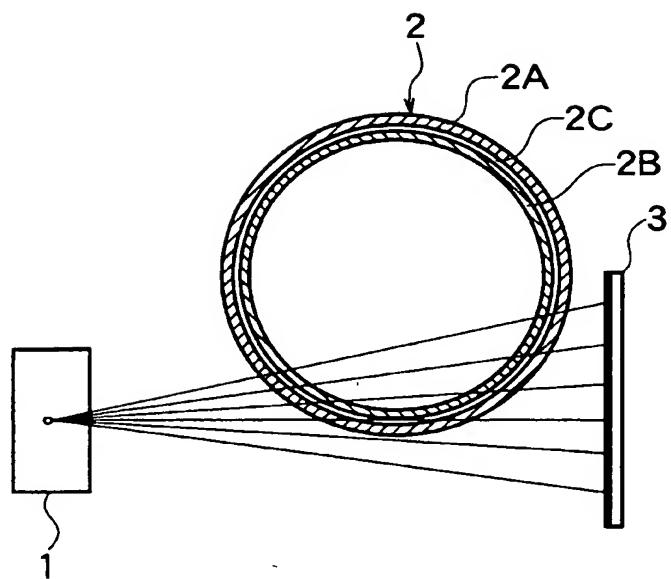
【図 6】



【図7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 多層構造容器の各層の肉厚や層間の隙間寸法を容易に精度良く計測できるようにする。

【解決手段】 X線発生源12から出射されるX線を計測対象の多層構造容器2に照射し、容器を透過するX線を検出器14で検出することにより、容器の内部寸法を測定する方法において、検出器14の前側に容器を透過したX線を細いビーム17に絞るスリット（ダブルスリット）15を配置し、X線発生源12の焦点12aとスリット15の中心と検出器14の中心とを同一直線上に配置すると共に、ビーム17に直交する方向にX線発生源12とスリット15と検出器14とを容器2に対して直線走査する。容器周壁の接線方向に略平行にX線ビーム17を照射し、容器周壁を透過するX線を検出器で検出し、得られた透過減衰強度分布曲線に基づいて容器周壁の層厚や層間隙間を計測する。

【選択図】 図1

**認定・付力口青幸良**

特許出願の番号	特願 2002-256631
受付番号	50201306962
書類名	特許願
担当官	伊藤 雅美 2132
作成日	平成14年 9月 5日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

【提出日】	平成14年 9月 2日
【特許出願人】	
【識別番号】	502298756
【住所又は居所】	東京都八王子市千人町3丁目14番19号 光ハイム205号
【氏名又は名称】	小木曾 克彦
【代理人】	申請人
【識別番号】	100091362
【住所又は居所】	東京都豊島区東池袋1丁目7番5号 池袋イースタンビル5階 優和特許事務所
【氏名又は名称】	阿仁屋 節雄
【選任した代理人】	
【識別番号】	100090136
【住所又は居所】	東京都豊島区東池袋1丁目7番5号 池袋イースタンビル5階 優和特許事務所
【氏名又は名称】	油井 透
【選任した代理人】	
【識別番号】	100105256
【住所又は居所】	東京都豊島区東池袋1丁目7番5号 池袋イースタンビル5階 優和特許事務所
【氏名又は名称】	清野 仁

次頁無

特願 2002-256631

出願人履歴情報

識別番号 [502298756]

1. 変更年月日 2002年 8月19日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都八王子市千人町3丁目14番19号 光ハイム205号  
氏 名 小木曾 克彦